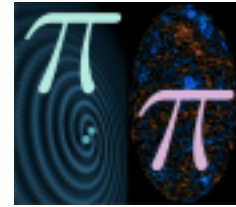


# The Irrational Squared “PIPI” Meeting I



Octubre 30 - Noviembre 1 de 2024 / Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas

[https://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~slandau/pipi\\_fest/](https://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~slandau/pipi_fest/)

## Cronograma, charlas y resúmenes

Las charlas con asterisco corresponden a charlas invitadas.

### Miércoles 30 de Octubre

**8:00-8:45** Acreditación

**8:45-9:30** Palabras iniciales

**9:30-10:00** Carlos García Canal (FCE-IFLP-UNLP, CONICET, La Plata)\*

“CON HÉCTOR VUCETICH en Teoría Cuántica de Campos, en Matemática Aplicada, en Fenomenología de Partículas elementales y en...”

Los tópicos mencionados fueron objeto de investigaciones realizadas con Héctor a lo largo de los años. Los escribimos brevemente para remarcar la universalidad de intereses científicos que lo distinguieron, no sólo recordando sino que también rindiendo homenaje a su brillante liderazgo. Héctor es un ejemplo de “polímata” como lo demuestran esas muy diferentes áreas dentro de la Física donde se destacó, sin olvidar a la informática, la literatura, la historia, el griego y las artes plásticas...

**10:00-10:30** Nicolás Grandi (IFLP-UNLP, CONICET, La Plata)\*

“Inflation without a pump”

The occurrence of an inflationary period in the early cosmological history is a well-established consensus and an integral part of the standard cosmological model. This raises the question of the physical origin of the inflaton field, or whether it is needed at all. In this talk, I will argue that inflation is a very generic feature of any cosmological model that considers quantum corrections to the gravitational dynamics, and that it has a purely geometric origin.

**10:30-11:00** Coffee break

**11:00-11:20** **Marcelo M. Miller Bertolami (IALP-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Las enanas blancas como laboratorios de física fundamental”

En una primera aproximación, la evolución de las enanas blancas puede entenderse como un proceso de enfriamiento gravotérmico en el que los ingredientes básicos están bien identificados. Esta peculiaridad hace que las estrellas enanas blancas, y las poblaciones de enanas blancas, sean muy buenos candidatos para testear la física más allá del Modelo Estándar de Física de Partículas. Cualquier nueva física que altere el proceso de enfriamiento a través del calentamiento o enfriamiento del interior de la enana blanca podría producir consecuencias observables que puedan ayudar a refutar estas teorías o a acotar sus parámetros libres. Los nuevos observatorios terrestres y espaciales ofrecen una gran posibilidad en este sentido, al mejorar tanto la estadística como la caracterización individual de las enanas blancas cercanas. Hay dos formas principales de "medir" la velocidad de enfriamiento de estas estrellas. Una es la llamada función de luminosidad de una población de enanas blancas, y la otra es la deriva del período de las enanas blancas individuales que experimentan pulsaciones no radiales. Cada enfoque tiene sus ventajas y desventajas. En esta presentación, revisaremos brevemente cómo se aplican estas técnicas y sus deficiencias. Y revisaremos los últimos avances en la aplicación de estas técnicas para probar la física más allá del Modelo Estándar.

**11:20-11:40** **M. Camila Rodríguez (FCAG-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Análisis de Modos de Oscilación en Proto-estrellas de Neutrones mediante Simulaciones Extendidas de Supernovas de Colapso de Núcleo”

Una forma de estudiar las estrellas de neutrones es a través de la emisión de ondas gravitacionales. La detección de dichas ondas generadas por una supernova de colapso de núcleo puede proporcionar información valiosa sobre la física de estos objetos compactos, dado que está estrechamente relacionada con las oscilaciones y la dinámica de las protoestrellas de neutrones. Se sugiere que en los primeros milisegundos tras la formación de una proto-estrella de neutrones durante una supernova de colapso, la mayor parte de la emisión de ondas gravitacionales proviene del modo fundamental no-radial de la proto-estrella. En esta charla, examinaremos si, al extender la duración de las simulaciones a aproximadamente seis segundos, el modo fundamental sigue siendo el principal responsable de la emisión de ondas gravitacionales o si otros modos de oscilación comienzan a tener una contribución significativa.

**11:40-12:00** **Gustavo Contrera (IFLP-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Stability conditions for Hybrid Isentropic Twin Stars”

We study hybrid neutron stars that contain color superconducting quark matter cores at finite

temperatures, specifically looking at sequences with constant entropy per baryon ( $s/nB$ ). A nonlocal chiral quark model is used for the equation of state of quark matter and a relativistic density functional model with parametrization DD2 for nuclear matter. The phase transition is analyzed through a Maxwell construction under isothermal conditions. Our findings indicate that when passing through the mixed phase at  $s/nB \lesssim 2$  there are heating effects, while at higher  $s/nB$ , the temperature decreases. This trend is linked to the presence of color-superconducting quark matter at low temperatures and the breakdown of the diquark condensate at higher temperatures. The branch of isentropic hybrid stars at low  $s/nB$  connects with the neutron star branch but separates at higher entropy, leading to the phenomenon known as the "thermal twin" effect. It has also been found that the transition point from connected to disconnected hybrid star sequences can be determined by using the Seidov criterion for the differences in energy density. These results may improve our understanding of the conditions necessary for supernova explosions in massive blue supergiant stars involving quark deconfinement, as well as the behavior of binary systems and isolated millisecond pulsars in relation to accretion-induced deconfinement transitions and the thermal twins formation.

**12:00-14:00** Almuerzo

**14:00-14:30** Mercedes Mosquera (IALP-UNLP, CONICET, La Plata)\*

“Estudio de wakes gravitacionales de galaxias satélites en el halo de la Vía Láctea”

Determinar la naturaleza de la materia oscura es uno de los problemas más importantes de la cosmología actual y la caracterización de sus propiedades tiene consecuencias directas en nuestra comprensión del Universo. Las estructuras luminosas que componen los entornos de las galaxias proporcionan información sobre la física involucrada en los modelos de materia oscura ya que cuando un subhalo de materia oscura se mueve alrededor de una galaxia anfitriona, interactúa gravitacionalmente y, debido a la fricción dinámica, puede deformarse y/o alterar el perfil de densidad del halo de la galaxia anfitriona. La fricción dinámica depende de la distribución de velocidades de las partículas anfitrionas, y su estudio puede revelar diversas propiedades de la materia oscura. Por dicho motivo, el análisis de la redistribución en el espacio de fases generada por un subhalo sobre las estrellas del halo de su galaxia anfitriona, constituye una buena y reciente herramienta de estudio de la naturaleza de la materia oscura. En esta charla se mostrará la influencia del pasaje de galaxias satélites de la Vía Láctea (por ejemplo las Nubes de Magallanes) sobre su halo estelar utilizando datos de Gaia DR3.

**14:30-15:00** Jorge Horvath (USP-IAG, São Paulo)\*

“Paradigma y crisis en la Cosmología contemporánea”

Cuando parecía que todas las piezas se encajaban en el modelo Lambda CDM de la Cosmología, algunas discrepancias serias aparecieron en el horizonte. Tanto la llamada Hubble tensión (el desacuerdo a  $> 5$  sigma entre la escala de distancia calibrada directamente y la predicción de modelo) es uno de estos problemas, que también incluye el descubrimiento de una estructura (Great Wall of Quasars) con escala  $\sim 25\%$  del radio de Hubble que "no debería existir", y más

recientemente la detección de galaxias muy masivas y enriquecidas químicamente pocos millones de años después del Big Bang. Presentamos estos problemas desde la perspectiva de las posibles soluciones, y su encuadramiento dentro del esquema de los programas de investigación del húngaro Imre Lakatos, como contribución al entendimiento del funcionamiento de nuestra ciencia.

### **15:00-15:20 Martín Mestre (IALP-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Modeling the Track of the GD-1 Stellar Stream Inside a Host with a Fermionic Dark Matter Core-Halo Distribution”

Context. Traditional studies of stellar streams typically involve phenomenological  $\Lambda$ CDM halos or ad hoc dark matter (DM) profiles with different degrees of triaxiality, which preclude us from gaining insights into the nature and mass of the DM particles. Recently, the maximum entropy principle of halo formation has been applied to provide a DM halo model that incorporates the fermionic (quantum) nature of the particles while leading to DM profiles that depend on the fermion mass. These profiles develop a more general "dense core – diluted halo" morphology that can explain the Galactic rotation curve, while the degenerate fermion core can mimic the central massive black hole (BH). Aims. We model the GD-1 stellar stream using a spherical core-halo DM distribution for the host that simultaneously explains the dynamics of the S-cluster stars through its degenerate fermion core without a central BH.

Methods. We used two optimization algorithms in order to fit both the initial conditions of the stream orbit and the fermionic model. We modeled the baryonic potential with a bulge and two disks (thin and thick) with fixed parameters according to the recent literature. The stream observables were 5D phase-space data from the Gaia DR2 survey.

Results. We were able to find good fits for both the GD-1 stream and the S-stars for a family of fermionic core-halo profiles parameterized by the fermion mass. The particle masses are constrained in the range  $56 \text{ keV } c^{-2}$ , with a corresponding DM core of  $\sim 103$  Schwarzschild radii, to  $360 \text{ keV } c^{-2}$ , which corresponds to the most compact core of  $5$  Schwarzschild radii prior to the gravitational collapse into a BH of about  $4 \times 10^6 M_{\odot}$ .

Conclusions. This work provides evidence that the fermionic profile is a reliable model for the massive central object and for the DM of the Galaxy. Remarkably, this model predicts a total Milky Way mass of  $2.3 \times 10^{11} M_{\odot}$ , which agrees with recent mass estimates obtained from Gaia DR3 rotation curves (Gaia RC). In summary, with one single fermionic model for the DM distribution of the Milky Way, we obtain a good fit on three totally different distance scales of the Galaxy:  $\sim 10$ - $6$  kpc (central, S-stars),  $\sim 14$  kpc (middle, GD-1), and  $\sim 30$  kpc (boundary, Gaia RC mass estimate).

### **15:20-16:00 Coffee break**

### **16:00-16:30 Rosa Orellana (IALP-UNLP, La Plata)\***

“Héctor, los Asteroides Troyanos y el Principio de Equivalencia.”

Esta charla cuenta la llegada de Héctor a la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas con una propuesta de trabajo insólita y por demás atractiva la cual necesitaba de los datos observacionales de los asteroides troyanos para ser llevada a cabo. Sus resultados dieron lugar a dos trabajos que

forman parte de los review de la Relatividad General y a una propuesta para la observación de los asteroides troyanos con el telescopio Gaia para una nueva verificación del Principio de Equivalencia con una precisión mayor.

**16:30-16:50 Francisco Plaza (FCAG-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Testing an Alternative Cosmological Model with Observational Data”

In the context of modern cosmology, following the 1998 discovery of the accelerated expansion of the universe, the Standard Model of Cosmology incorporated the well-known cosmological constant among its hypotheses. This constant enabled the formulation of a model depicting a universe undergoing accelerated expansion, consistent with observational data. However, the physical nature of the cosmological constant remains unresolved. Proposed alternatives suggest it could be an unknown form of additional matter (a fifth essence), vacuum energy from quantum fields, or an unexplored aspect of gravity. In this work, we have chosen to investigate the latter hypothesis. Specifically, we have studied a cosmological model that employs a generalized  $f(R)$  theory of gravity, which can explain the accelerated expansion of the universe solely through the dynamics of space-time. We specifically employed Starobinsky's  $f(R)$  model. This study presents and analyzes the results obtained from a statistical analysis conducted to assess the viability of this alternative cosmological model. A significant amount of observational data, including Baryon Acoustic Oscillations (BAO), Cosmic Chronometers (CC), innovative Active Galactic Nuclei (AGN) measurements, and the latest Type Ia Supernovae (Snl<sub>a</sub>) data from the Pantheon+ compilation, was utilized to determine if this model could address some of the unresolved issues in modern cosmology.

**Jueves 31 de Octubre**

**9:30-10:00 Pablo Sisterna (UNMDP, Mar del Plata)\***

“Ewkons, ¿a quasi distinguishable dark energy?”

Dark energy is an elusive concept, which has been introduced two decades ago in order to make the acceleration of the universe a comprehensible phenomenon. However, the nature of this energy is far from being understood, both from a fundamental as well as an observational way. In this talk we show cosmological consequences of the existence of particles (which we called "ewkons") which are quasi distinguishable, obey unorthodox statistics, and have an equation of state similar to many existent dark energy candidates (including negative relation between pressure and energy density). We also present an effective scalar field description of this ewkon fluid, and cosmological solutions for the dark energy-dominated epoch. This can be considered as a one-parameter class of dark energy models.

**10:00-10:30 Esteban Calzetta (IFIBA, FCEN-UBA, CONICET, CABA)\***

“Fluidos relativistas en el período de recalentamiento”

El período de recalentamiento abarca la transición entre el período inflacionario y la época dominada por la radiación en la historia de nuestro Universo. Es un período clave porque en él se forma virtualmente toda la materia que contiene el Universo, así como se procesan los campos de fluctuaciones en la densidad y de ondas gravitatorias generados durante inflación. Sin embargo, sabemos muy poco sobre él, en gran medida porque los procesos dominantes ocurren en un régimen altamente no lineal. En esta charla vamos a repasar lo que sabemos sobre este período, y a presentar algunas ideas acerca de cómo podríamos avanzar en su estudio mediante modelos fenomenológicos en que describimos a la materia como un fluido viscoso relativista.

**10:30-11:00** Coffee break

**11:00-11:20 Federico García (IAR-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Accretion in BH XRBs: an spectral-timing perspective”

En sistemas binarios de rayos X, objetos compactos como estrellas de neutrones y agujeros negros atraen materia de sus compañeras, formando un disco de acreción que emite rayos X térmicos que son a su vez Comptonizados en una corona de electrones calientes. Este proceso conlleva además variabilidad desarrollada en un amplio rango de frecuencias. Estudiando la dependencia energética de dicha variabilidad, a través de los retardos, amplitudes y coherencia de la señal en diferentes bandas de energía, lo que se conoce como estudios espectro-temporales, es posible obtener información sobre la geometría de los flujos de acreción y eyección de materia en los entornos más próximos a los objetos compactos. En esta charla discutiré los principios de la acreción, el análisis espectro-temporal y los avances recientes de nuestro equipo en este campo.

**11:20-11:40 Guillermo Silva (IFLP-UNLP, CONICET, La Plata)**

“QFT in de Sitter space and group theory”

El espaciotiempo de de Sitter es el modelo más simple para describir una geometría en expansión. Desde un punto de vista formal es la solución maximalmente simétrica de las ecuaciones de Einstein con constante cosmológica negativa. Puesto que desde 1998 sabemos que el universo se expande aceleradamente es importante conocer distintos aspectos relacionados con este espacio. La idea es discutir distintos aspectos formales del espaciotiempo de de Sitter: su geometría, campos cuánticos y su propagación, Teoría de representaciones y por último las diferencias y complicaciones para formular el principio holográfico en este tipo de espaciotiempos.

**11:40-12:00 Marcos Celi (FCAG-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Hexaquarks en estrellas de neutrones”

La detección de ondas gravitacionales provenientes de la fusión de estrellas de neutrones con potentes detectores como LIGO/Virgo y las restricciones en masas y radios púlsares masivos y de púlsares de milisegundos del telescopio de rayos X-NICER han revolucionado el enfoque del estudio de las estrellas de neutrones. Estos avances subrayan la importancia de determinar la ecuación de estado, que describe la relación entre la presión y la densidad de energía en estas estructuras ultradensas y compactas, cuya naturaleza sigue siendo en gran parte desconocida. Las condiciones extremas de presión y densidad dentro de las estrellas de neutrones podrían incluso conducir a la formación de nuevos estados de la materia, como el hexaquark  $d^*(2380)$ , cuya presencia podría influir en la estabilidad de estos objetos. En esta charla, discutiremos cómo la posibilidad de una ecuación de estado híbrida que permita la presencia de una rama de estabilidad extendida, afectaría el diagrama masa-radio de esta familia de objetos permitiendo estrellas de neutrones que contengan materia exótica como los multiquarks en su interior.

**12:00-14:00 Almuerzo**

**14:00-14:30 Osvaldo Civitarese (FCE-IFLP-UNLP, CONICET, La Plata)\***

“Descripción colectiva del espectro mesónico a baja energía”

La fenomenología de hadrones a alta energía se describe en el formalismo de la cromodinámica cuántica (QCD). El régimen de baja energía requiere, para su descripción, de la consideración de grados de libertad efectivos, dado el carácter no-perturbativo de QCD en el dominio de baja energía. En esta presentación discutiremos aspectos relacionados con la aplicación de modelos colectivos y con la fundamentación de dichos modelos en el caso del espectro mesónico a baja energía.

**14:30-15:00 Gustavo Dotti (FAMAF-UNC, CONICET, Córdoba)\***

“Superficies y lazos atrapados”

Cuando se nos pide caracterizar geoméricamente el interior de un agujero negro apelamos al folklore de "alta curvatura", "imposibilidad de atravesar el horizonte", "existencia de singularidades". Lo cierto es que hay regiones interiores de agujeros negros donde la curvatura es nula, atravesar cualquier cualquier hipersuperficie nula sólo es posible en una dirección, y también hay agujeros negros regulares, esto es, sin singularidades en la métrica. El fenómeno distintivo más relevante del interior de agujeros negros son las superficies cerradas atrapadas (SCA) y los lazos atrapados (LA). Las primeras son las que se usan actualmente en Relatividad Numérica para identificar la región de agujero negro. Hay, no obstante, obstrucciones que impiden su formación, y barreras temporales que estas no pueden atravesar. En esta charla comentaré sobre las obstrucciones para la formación de SCA, y en qué medida estas obstrucciones pueden ser eludidas por los LA.

**15:00-15:20 Melina Bersten (IALP-UNLP, CONICET, La Plata)**

## “Core-Collapse Supernova Progenitors from Light Curves and Stellar-Evolution Models”

Supernovae (SNe) are excellent laboratories for testing many aspects of stellar-evolution theory with strong implications on many various areas of astrophysics. Their light curves are extremely sensitive to the properties of their progenitor stars or systems and their environments. With the increasing amount and improved quality of current data, new types of SNe or unexpected features in normal events are being detected. These discoveries challenge our standard knowledge of how massive stars explode, as well as the mechanisms that power these events. In this talk I will focus on the modeling efforts that we have been doing in order to understand the properties of normal and some peculiar objects. In particular, I will show our results on a large sample of hydrogen-rich SNe. Our analysis indicates that most of the SNe II come from relatively low-mass progenitors (MZAMS < 10 Msun). These results have important implications on our knowledge of massive-star evolution. I will also present our recent hydrodynamic modeling of the famous SN 2023ixf.

**15:20-16:00** Coffee break

**16:00-16:30** **Germán Lugones (Universidade Federal do ABC, São Paulo)\***

## “Strange Quarks in Compact Stars: Do They Matter?”

Forty years ago, the idea of strange quark matter—a hypothetical state composed of up, down, and strange quarks that could be more stable than nuclear matter—began to be systematically explored. If this concept is correct, it implies that the entire universe might exist in a long-lived metastable state. This talk will review the key theoretical concepts behind strange quark matter, examining its potential stability and its possible role in astrophysics, particularly in compact stars. We will also discuss how future observations in multi-messenger astronomy could provide evidence for the existence of strange quark matter.

**16:30-16:50** **Miguel Ocampo (IALP-UNLP, CONICET, La Plata)**

## “Explorando cotas astrofísicas en modelos de localización continua espontánea”

Entre los problemas abiertos en física, pocos son tan conceptualmente significativos como el llamado Problema de la Medición en Mecánica Cuántica. Una de las soluciones propuestas al problema es el modelo de localización continua espontánea (CSL por sus siglas en inglés), el cual introduce una modificación no lineal estocástica a la ecuación de Schrödinger. Este modelo incorpora dos parámetros que pueden ser sujetos a cotas experimentales. Una de las consecuencias más notables de esta teoría es el calentamiento espontáneo de objetos masivos, el cual es dependiente de los parámetros del modelo CSL. En esta presentación revisaremos algunas cotas astrofísicas previamente halladas e introduciremos nuevos métodos para testear el calentamiento espontáneo en diversos objetos de interés astronómico, discutiendo los beneficios y las limitaciones de cada caso.



## Viernes 1 de Noviembre

### 9:30-10:00 **Diego Torres (ICREA, Barcelona)\***

“Concurrent modeling of gamma-ray pulsar spectra and light curves”

I will present an effective synchro-curvature model versatile enough to be applied to hundreds of pulsars. The model follows the dynamics of charged particles being accelerated in the magnetosphere of a pulsar and computes their emission via synchro-curvature radiation, with only three free effective parameters involved. The model has succeeded in fitting the gamma-ray spectra of the whole population of gamma-ray pulsars and reproduces well those pulsars that also have detected non-thermal X-ray pulsations. Complementary to the spectral model, for which we have incorporated several improvements related to the description of the acceleration region, a geometrical representation allows us to build synchro-curvature emission maps from which light curves can be obtained. The sample of theoretical light curves created presents very similar morphological features to the zoo of observational gamma-ray light curves of pulsars observed. We find a general agreement in global properties and extract several main conclusions: 1) that the detection probability due to beaming is much higher for orthogonal rotators (approaching 100 per cent) than for small inclination angles (less than 20 per cent). 2) that the small variation in the synthetic skymaps generated for different pulsars indicates that geometry dominates over timing and spectral properties in shaping the gamma-ray light curves 3) that the global observed statistics of the light curves follow the same trend as that obtained from single pulsars when considering all the LCs it can in principle produce. The latter implies that a set of synthetic light curves produced for a fixed set of best-fit spectral parameters but varying the geometry (inclination, observer line of sight) is also representative of the global set of all observed pulsars, for which the values of such angles are also randomly distributed.

### 10:00-10:30 **Rafael Ferraro ( FCEN-UBA, IAFE-UBA-CONICET, CABA)\***

“El irracional absolutismo rotacional”

La visión de la rotación absoluta como concepto carente de contenido físico —así como su definitiva abolición— es un pilar fundamental en la construcción de una mecánica relacional, tal como demandaba Leibniz en su controversia con Newton. La idea de abolir el espacio absoluto fue retomada por Mach a fines del siglo XIX, e influyó fuertemente en el pensamiento de Einstein en su camino hacia la relatividad general. Veremos que es posible formular una mecánica clásica relacional, satisfaciendo el principio de Mach, a partir de nociones propias de las teorías de gauge.

### 10:30-11:00 **Coffee break**

### **11:00-11:20 Carlos Arguelles (IALP-UNLP, CONICET, La Plata)**

“Dark matter in galaxies”

The nature of dark matter (DM) is one of the most relevant questions in modern astrophysics. I will present a brief overview of recent results that inquire into a possible fermionic quantum nature of the DM particles, focusing mainly on the interconnection between the microphysics of the neutral fermions and the macrophysical structure of galactic halos. I will show how such an interconnection when analyzed through a first principle physics model based on statistical mechanics and thermodynamics of self-gravitating fermions, leads to a richer core-halo structure for the DM halos than the one obtained from N-body simulations. I will discuss the many distinct applications of such a fermionic model both on halo scales -including morphology constraints from rotation curves and stellar streams- all the way to galaxy center scales -including the case of SgrA\* and supermassive BH formation-. In particular I will highlight the possibility that the Milky Way center harbors a dense DM fermion-core instead of a supermassive black hole (SMBH), as well as the role of baryons and the possibility to cause an induced collapse into a massive BH.

### **11:20-11:40 Rafael Girola (UNTREF, Buenos Aires)**

“La "casa científica" de Pipi.”

En el medio del Observatorio se encuentra "la escuelita". Lugar donde se han y se dan clases de diferentes materias como Astrofísica estelar y cosmología. Lugar donde daba clases Pipi y lugar donde recibía a sus alumnos desde materias de grado como filosofía y cosmología y doctorandos en diversas áreas de Astrofísica. Ya lo conocía desde hacía varios años y en el 2007 tuve la enorme suerte de cursar cosmología escuchando sus clases. En esta charla comentaré esa experiencia y la labor didáctica y profesional humana de sus clases.

### **11:40-12:00 El legado del Pipi en el Obser**

### **12:00-... El Pipi por sus amigos y Choriciencia**



Si tienen preguntas o comentarios, contactar a los organizadores a través de: [pipimeeting@gmail.com](mailto:pipimeeting@gmail.com)

---